第46卷 第1期
2023年1月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 46 No. 1
Jan. 2023

黄土丘陵区乡村国土空间安全评价及其影响因素研究
——以临洮县为例

雒占福， 张 蓉， 赵雪雁， 梁晶晶， 王家明

（西北师范大学地理与环境科学学院，甘肃 兰州 723070）

摘 要： 乡村国土空间安全不仅是保障国家粮食安全的基础，更是实现生态文明建设和乡村振兴的重要基础。以黄土丘陵区为研究区，基于遥感数据和统计数据等数据，定量评价了临洮县18个乡镇323个行政村的国土空间安全，并借助地理探测器识别了影响乡村国土空间安全的因素。结果表明：(1) 临洮县乡村国土空间安全整体处于中等水平，表现为：生活空间安全水平>生产空间安全水平>生态空间安全水平。安全水平较高的乡村(69.73%)主要分布在洮河川区灌溉农业区，而低等安全水平的乡村(30.27%)主要分布在县域北部与东部丘陵山地的旱作农业区。(2) 临洮县乡村国土空间安全空间分布有较强的空间自相关性，局部空间分布以高-高(18.52%)、低-高(0.62%)、低-低(9.26%)这3种类型为主，且集聚分布特征明显。(3) 地形地势、人口规模、政府投入及区位联系对临洮县的乡村国土空间安全水平具有显著影响，且对不同乡镇其影响程度有显著差异。

关 键 词： 黄土丘陵区；乡村国土空间安全；三生空间；临洮县

文章编号： 1000－6060(2023)01－0127－12(0127～0138)

乡村空间安全不仅是国家安全体系的重要组成部分，也是国土空间规划关注的重点，更是落实生态文明建设和乡村振兴的重要基础[1]。近年来，随着中国社会经济快速发展及城乡生活水平快速提升，乡村空间承载着区域竞争及相应的胁迫压力，其不同功能空间的竞争与矛盾日趋激烈，乡村空间面临着开发与保护的双重压力。为了发挥乡村空间安全对于抵御乡村发展风险、提升区域竞争力、增强国家可持续性发展的功能作用，需要全面系统认识乡村空间安全的科学内涵，才能科学构建乡村空间安全的评估框架或者体检体系，进而才能探寻问题导向的乡村国土空间安全建设路径与保障措施[2]。

目前，国内外学者基于资源利用安全视角和中观层面的城市安全视角对粮食安全[3]、水资源安全[4]、土地资源安全[5]、生态安全[6]、能源安全[7]、生态城市、海绵城市[8]、韧性城市[9]、城市公共安全[10]及城市防灾安全[11]等问题进行了分析研究，但对乡村空间安全研究较为薄弱。十八大以来，随着新型城镇化、乡村振兴与生态文明战略的实施，进一步强化了乡村发展及其乡村空间安全的重要性，但以“双评价”[12]为基础的“三区三线”划定实践则强调了乡村空间被开发的适应性及其在主体功能下对国家空间安全的分解分担，却弱化了基于乡村自身需要的空间建设与安全需求，同时也导致乡村空间安全主体的模糊乃至缺位。实际上，乡村村民不仅是乡村空间建设的行为主体，对乡村空间有积极的能动作用，真正属于乡村空间安全的主体，同时又是通过乡村空间建设实现其生命健康、生产高效、生活宜居的安全客体，需要“地”的承载与保护，因而“地”既是村民作为安全主体的行为对象，又是映射主体期望的安全客体的载体。因而建立“以村民为中心”的包含以主体(村民)-地(自然生态环境)-客体(安全水平)相互作用过程的乡村空间安全理论框架意义重大。

目前学术界对“国土空间安全”尚未形成统一

收稿日期： 2022-05-24； **修订日期：** 2022-08-05
基金项目： 国家自然科学基金项目(42061034)资助
作者简介： 雒占福(1975-)，男，博士，副教授，主要从事城市发展与规划设计研究. E-mail: luozf200@163.com
通讯作者： 张蓉(1997-)，女，硕士研究生，主要从事城市发展与规划设计研究. E-mail: 1845821810@qq.com

的定义,但结合已有相关研究可知[13-14],国土空间安全是指不同阶层和要素空间的承载、资源与生态安全。一方面,国土空间安全表现为国家治理视域下全国、省、市、县、乡镇和村庄等不同行政层级空间的安全,以及生产、生活和生态等功能空间的安全,另一方面,国土空间安全体现为一定地域范围内土地资源、水资源、矿产资源、生态环境、社会经济、人口等全要素系统空间的安全。基于乡村这一微观尺度,乡村空间主要包括农业生产空间、农民生活空间与乡村生态空间三大空间[15]。因此,乡村国土空间安全则是指生态、生产及生活空间和谐、富有竞争力与可持续发展,受到外界干扰与冲击时,生态、生产及生活空间均具有韧性,能够通过空间自组织保持国土空间的基本结构、功能、关键特征以及反馈机制不发生根本性变化,是"人-地"的交互发展过程,即基于"三生空间"[16]的协调统筹发展。

陇中黄土高原丘陵区是黄河流域上游重要的生态功能区,也是甘肃省主体功能区划的中部重点旱作农业区。基于此,本文选择位于陇中黄土高原丘陵区的临洮县323个行政村作为研究单元,创新提出了将人作为安全主体的评价思路,明晰了黄土丘陵区乡村国土空间安全现状及问题,阐明了影响乡村国土空间的各类因素,望为黄土丘陵区乡村推进国土空间安全的科学建设与管理、促进乡村振兴战略和实用性村庄规划的科学落实提供理论依据与借鉴。

1　研究区概况

甘肃省定西市临洮县(103°20′~104°19′E,35°03′~35°56′N)地处陇中黄土高原丘陵区的西部,辖洮阳镇、八里铺镇、新添镇等18个乡镇共计323个行政村,总面积2851 km²(图1)。该县属典型的温带大陆性气候,年均气温7 ℃,年均降雨量317~760 mm,多集中在7—9月,且年变率大。2020年底,临洮县常住人口达52.12×10⁴人,其中乡村人口有33.01×10⁴人,占常住人口的63.33%。

2　数据与方法

2.1　数据来源

本研究数据主要包含空间数据和统计数据。空间数据以ArcGIS 10.2为操作软件平台,并经过了

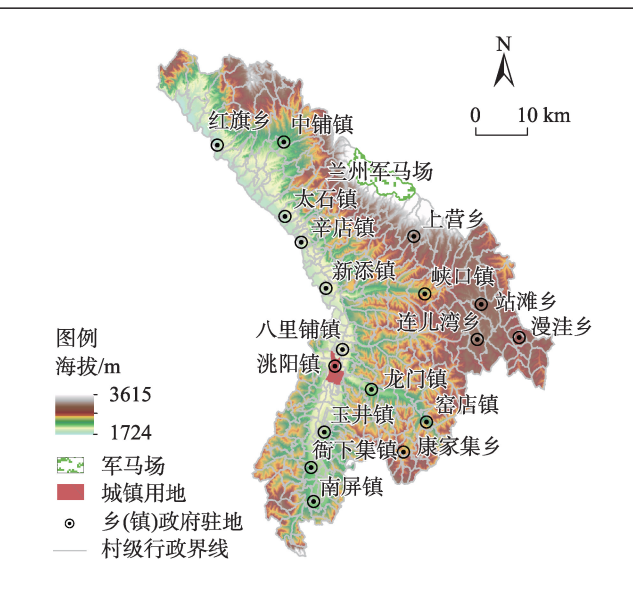


图1　研究区概况

Fig. 1　Overview of the study area

配准、投影变换和重采样等一系列预处理,统一投影到坐标系Xian_1980_3_Degree_GK_CM_105E(表1)。

2.2　研究方法

2.2.1　综合水平测度方法

(1) 确立权重

本文在对评价指标无量纲标准与归一化基础上,采用操作简便、评价客观的熵值法进行乡村国土空间安全权重的测算[17]。其中,正向指标促进发展,而负向指标抑制发展。

$$X=\left\{X_{\lambda ij}\right\}_{h\times m\times n}(1\leqslant\lambda\leqslant h\quad 1\leqslant i\leqslant m\quad i\leqslant j\leqslant n)\qquad(1)$$

$$\text{正向指标:}\quad X_{\lambda ij}^{'}=\frac{\left(X_{\lambda ij}-X_{\lambda\min}\right)}{\left(X_{\lambda\min}-X_{\lambda\min}\right)}\qquad(2)$$

$$\text{负向指标:}\quad X_{\lambda ij}^{'}=\frac{\left(X_{\lambda\min}-X_{\lambda ij}\right)}{\left(X_{\lambda\min}-X_{\lambda\min}\right)}\qquad(3)$$

式中:X为初始数据矩阵;h为年份数,本研究中h=1;m为乡镇数,$1\leqslant m\leqslant 9$;n为指标数,$1\leqslant n\leqslant 22$;$X_{\lambda ij}$为第λ个年份第i个乡镇第j项指标的原始数据;$X_{\lambda ij}^{'}$为极差标准化后的指标值;$X_{\lambda\max}$为第λ个年份第i个乡镇第j项指标的原始最大数据;$X_{\lambda\min}$为第λ个年份第i个乡镇第j项指标的原始最小数据。

(2) 乡村国土空间安全水平指数

本文利用综合指数法计算临洮县乡村国土空间安全水平,将综合权重与标准化后的无量纲数值相匹配,得到生活空间、生产空间和生态空间三维度的乡村空间安全的综合评价值[18]。

表1　数据类型及来源

Tab. 1　Data types and sources

数据类型	数据来源	数据说明
高程数据	地理空间数据云（http://www.gscloud.cn）	栅格分辨率为30 m
归一化植被指数	地理空间数据云（http://www.gscloud.cn）	栅格分辨率为250 m
土壤数据	临洮县自然资源局	2020年数据
	中国土壤数据集（V1.1）（http://westdc.westgis.ac.cn/）	栅格分辨率为1000 m
地质灾害隐患数据	临洮县地质灾害防治规划	2020年数据
土地利用类型数据	中国科学院资源环境科学数据中心（http://www.resdc.cn/）	2020年数据
降水	临洮县气象局	2020年数据
交通道路数据	国家基础地理信息中心（http://www.ngcc.cn/）	截至2020年6月的矢量数据
空间行政边界、河流矢量数据	中国科学院资源环境科学数据中心（https://www.resdc.cn/）	2020年中国县级行政边界数据和中国三级流域空间分布数据
社会经济数据	临洮县乡村农业局统计年报（2020年）和各乡镇基层年报 临洮县人民政府网站（http://www.lintao.gov.cn/） 《临洮县统计年鉴（2021年）》	2020年和2021年数据

$$U_{\lambda i} = \sum_{j=1}^{n} W_j \times X'_{\lambda ij} \quad (4)$$

式中：$U_{\lambda i}$是第λ个年份的第i个村的综合评价值；W_j为第j项的评价指标权重；$X'_{\lambda ij}$为第λ个年份的第i个村第j项指标的无量纲化值；n为指标个数。

（3）评价结果等级划分标准

本文结合前人研究成果[19]，根据黄土丘陵区乡村国土空间安全特点，采用等间距法[20]将临洮县乡村国土空间安全划分为高安全、较高安全、中等安全、较低安全与低安全5类等级（表2）。

2.2.2　空间自相关分析方法　空间自相关用来分析事物在空间上潜在相互依赖关系，解释空间数据的分布格局。本文重点采用局部自相关分析对临洮县乡村的国土空间安全水平在县域空间相互依赖的聚类关系[21]。

2.2.3　影响因素分析方法　地理探测器用于检验空间分布的相似性，一般采用q值进行度量，q值越大，解释力越强[22]。采用地理探测器探究各因子对乡村国土空间安全的解释力，同时也可以分析各影响因子交互作用对乡村国土空间安全的影响。

2.3　乡村国土空间安全的评估框架与指标体系构建

2.3.1　新时期乡村空间安全评估框架　在新时期乡村振兴战略、生态文明与高质量发展战略指引下，

表2　黄土丘陵区乡村国土空间安全评价分级

Tab. 2　Evaluation and classification of rural territorial space security in loess hilly region

等级	国土空间安全分级	乡村国土空间安全评价指数(R_i)取值范围	表现特征
1	高安全	R_i>0.71	生产、生活及生态空间的要素质量好，功能强，要素间关系协调，面对外界影响干扰的系统韧性强，国土空间安全有序稳定。
2	较高安全	0.61<R_i≤0.71	生产、生活及生态空间的要素质量较好，功能较强，要素间关系较协调，面对外界影响干扰的系统韧性较强，国土空间安全较有序稳定。
3	中等安全	0.51<R_i≤0.61	生产、生活及生态空间的要素质量一般，功能一般，要素间关系一般，面对外界影响干扰的系统不发生根本性变化，但遭受损伤的国土空间安全在内外部作用下可逐步恢复原来状态。
4	较低安全	0.41<R_i≤0.51	生产、生活及生态空间的要素质量较低，功能较差，要素间协调性差，面对外界干扰干扰会使国土空间系统的基本结构、功能、关键特征以及反馈机制受到较大损伤，恢复原状难度大。
5	低安全	R_i≤0.41	生产、生活及生态空间的要素质量差，功能差，要素间冲突大，面对外界干扰会使国土空间系统的基本结构、功能、关键特征以及反馈机制严重受损，难以恢复原状。

本研究借鉴《国土空间规划城市体检评估规程》，以《中共中央国务院关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》的国土空间建设目标为导向，以《联合国可持续发展目标(2030)》为指标选择依据，从基于安全行为主体与感知客体相互作用的特点出发，选择乡村自然地理要素中充分体现农业生产安全与生态安全的相关因子为关键性安全因子，选择乡村社会经济要素中充分体现生活安全水平的相关主体因子为关键性安全因子；通过比较综合分析确定耕地质量、水利化程度、劳动力丰裕度、气象灾情程度为表征农业生产安全的关键因子，确定乡村用水、用地用能、交通出行等与建筑质量、疏散场地、医疗条件、治理管理等表征生活安全的关键因子，确定水源涵养能力、水土保持能力、生态修复需求水平为表征乡村生态安全的关键因子；以此构建了基于农业生产空间安全、农民生活空间安全与农村生态空间安全的乡村空间安全评估框架(图2)。

2.3.2 乡村国土空间安全评价指标体系构建 本文在参照《联合国可持续发展目标(2030)》及《中国本土化可持续发展目标清单(2019)》的基础上结合黄土丘陵区这一典型区域特征，以消除贫困(SDG1)、粮食安全(SDG2)、清洁饮水和卫生设施(SDG6)、能源安全(SDG7)、经济发展(SDG8)、基础设施建设(SDG9)、御灾能力(SDG11)、可持续消费与生产(SDG12)、气候变化(SDG13)和生态环境保护(SDG15)10项发展目标为评价核心，构建了包含生产空间、生活空间及生态空间的3个维度13个准则层目标及19个具体指标的黄土丘陵区乡村国土空间安全评价指标体系(表3)。

3 结果与分析

3.1 临洮县乡村国土空间安全的等级结构分析

(1) 临洮县乡村国土空间安全的总体状况处于中高安全水平，由河谷川区向丘陵山地的分异特征显著。

根据评价结果与安全评价分级标准(图3a)，临洮县乡村国土空间安全水平的高安全、较高安全与

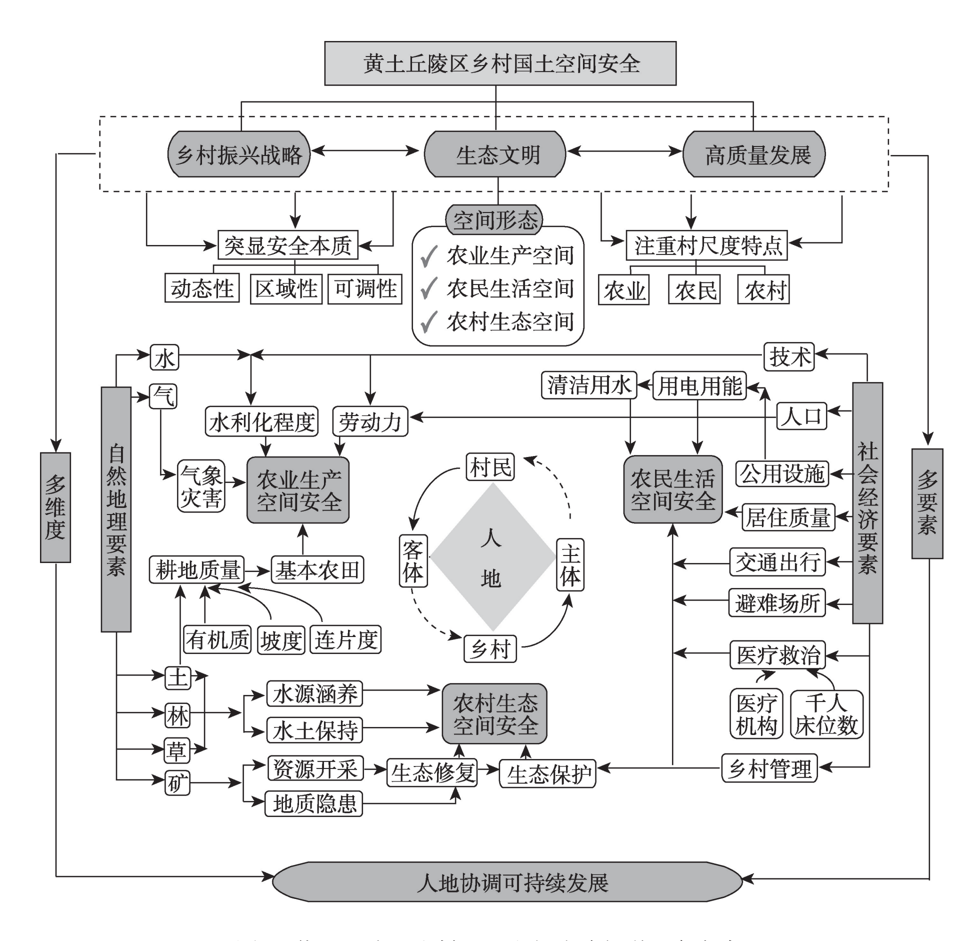


图2 黄土丘陵区乡村国土空间安全评价逻辑框架

Fig. 2 Logical framework of rural territorial space security evaluation in loess hilly area

表3　黄土丘陵区乡村国土空间安全评价指标体系

Tab. 3　Evaluation index system of rural territorial space security in loess hilly region

目标层	维度（权重）	准则层（权重）	指标层（权重）	指标正负向	指标类型	对应SDGs指标	指标计算解释
乡村国土空间安全	农业生产空间安全（0.363）	耕地质量水平（0.094）	土壤有机质含量/g·kg^{-1}[23]（0.253）	+	常规化	SDG1 SDG2 SDG15	耕地质量越高，支撑农业生产的安全水平越高
			耕地坡度/(°)[24]（0.196）	−	常规化		
			耕地连片度[23]（0.259）	+	常规化		耕地连片程度
			基本农田保护率/%[24]（0.292）	+	本地化		基本农田近3 a面积增减
		劳动力丰裕度（0.092）	外出务工人员比例/%（1）	−	本地化	SDG8	乡村外出务工人员占乡村总人口比重
		水利化程度（0.112）	灌溉保证率/%（1）	+	本地化	SDG12	农田灌溉有效灌溉面积占总耕地面积比重
		气象灾情程度（0.065）	农作物受灾面积比例/%[24]（1）	−	常规化	SDG11	农作物受灾面积占总耕地面积比重
	农民生活空间安全（0.341）	住房安全水平（0.055）	居民住房质量/m^2（1）	+	本地化	SDG11	乡村砖瓦房屋面积÷乡村房屋总面积
		出行便捷水平（0.067）	路网密度/m^2[24]（1）	+	常规化	SDG9	乡村道路用地长度÷乡村占地面积
		用水安全水平（0.081）	距水源地距离/km（1）	−	常规化	SDG6	距水源地距离
			人均日生活用水量/L（1）	+	常规化		人均日生活用水量
		用能安全水平（0.075）	乡村清洁能源利用率/%（1）	+	本地化	SDG7	乡村使用太阳能器（灶）、沼气用户占比
		室外安全水平（0.034）	人均避难场地面积/m^2（1）	+	本地化	SDG11	乡村健身广场占地面积
		救治安全水平（0.029）	乡村医疗卫生机构数/个（0.521）	+	常规化	SDG6	乡村医疗卫生机构数
			千人床位数/张（0.479）	+	常规化		千人床位数
	乡村生态空间安全（0.296）	水源涵养能力（0.076）	植被指数（0.527）	+	常规化	SDG15	植被指数
			水域湿地指数/m^2（0.463）	+	常规化		河流（渠）、湖泊（库）及滩涂湿地面积÷乡村占地面积
		水土保持能力（0.117）	梯田面积占比/m^2（0.421）	+	本地化	SDG15	乡村梯田面积÷乡村耕地面积
			草地面积占比/m^2（0.274）	+	常规化		乡村草地面积÷乡村占地面积
			林地面积占比/m^2（0.305）	+	常规化		乡村林地面积÷乡村占地面积
		生态修复需求水平（0.108）	地质隐患点面积占比/%（0.529）	−	本地化	SDG13	地质隐患点面积÷乡村占地面积
			矿产资源开采面积占比/%（0.471）	−	本地化	SDG13	矿产资源开采面积÷乡村占地面积

注：SDGs为联合国可持续发展目标，主要包含17个可持续发展目标。本文主要涉及消除贫困（SDG1）、粮食安全（SDG2）、清洁饮水和卫生设施（SDG6）、能源安全（SDG7）、经济发展（SDG8）、基础设施建设（SDG9）、御灾能力（SDG11）、可持续消费与生产（SDG12）、气候变化（SDG13）及生态环境保护（SDG15）10个发展目标。

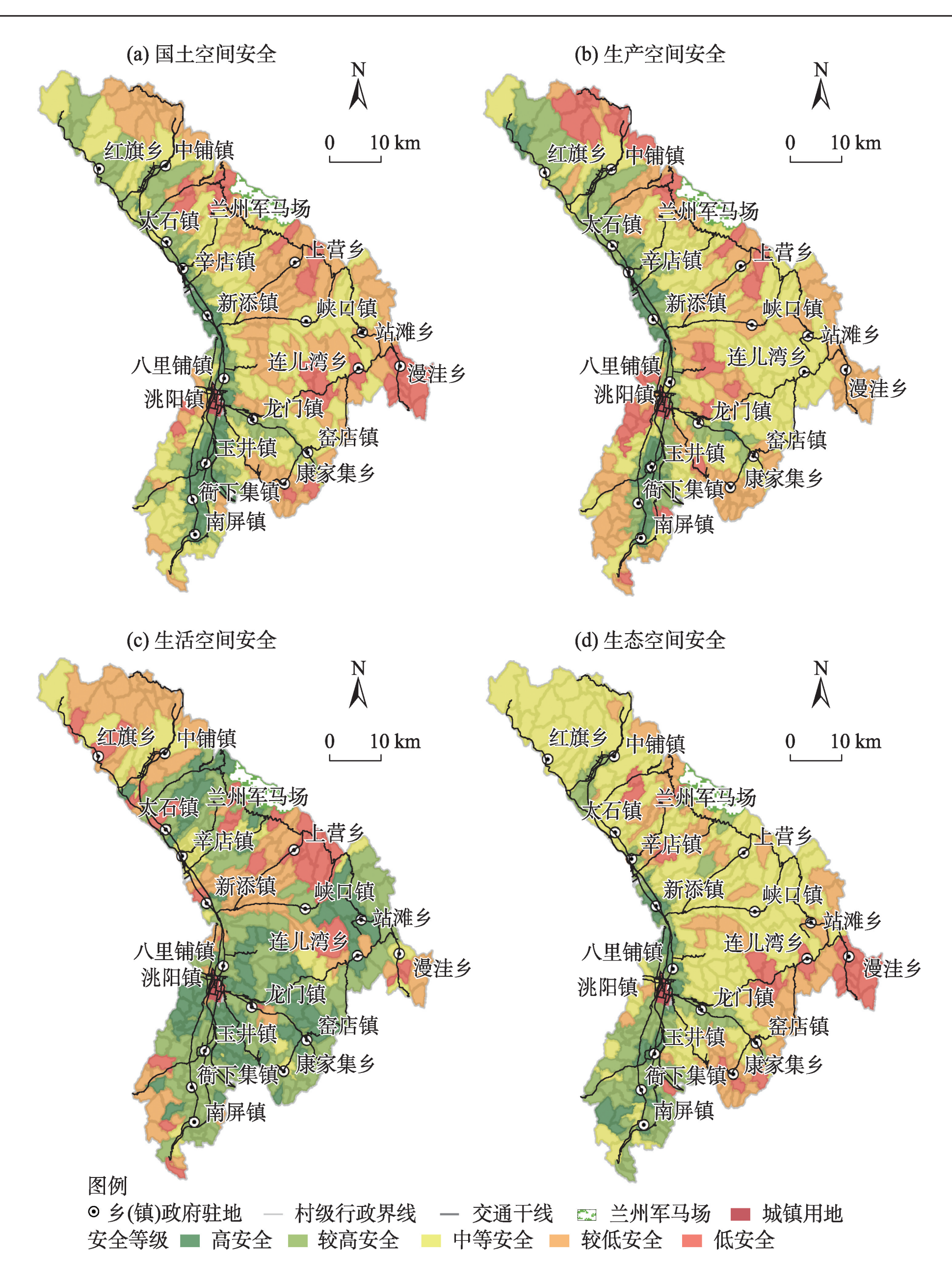


图3 临洮县乡村国土空间安全评价等级分布

Fig. 3 Grade distribution of rural territorial space security evaluation in Lintao County

中等安全的乡村数量占比69.73%，而较低安全与低安全的乡村数量占比30.27%，近2/3的乡村国土空间安全处于中等安全水平及以上(表4)。从空间分布看，安全水平较高的乡村多分布于洮河川区，因地势平缓、耕地质量高、距水源近、交通联系较便利，有明显的沿河谷分布倾向，属于典型的灌溉农业区。与此同时，沿河谷自西向东随着海拔地势的不断上升，乡村国土空间安全水平由高到低的分异特征，低等安全水平主要分布在县域东部边缘的山地丘陵村，属于旱地雨养农业区，如上营乡、漫洼乡及康家集乡分布最为集中。

(2) 临洮县农业生产空间安全以中等安全水平为主，受农田生产条件的空间制约明显。

根据评价结果与安全评价分级标准(图3b)，临洮县农业生产空间安全水平中，高安全、较高安全与中等安全的乡村数量占比63.88%，而较低安全与低安全的乡村数量占比36.12%，整体处于中等安全水平及以上(表4)。安全水平较高的乡村主要分布在水利灌溉条件良好的高质量基本农田保护区的洮河河谷地带，大量集中连片的水浇地土壤肥沃产

表4 临洮县乡村国土空间安全等级结构

Tab. 4 Grade structure of rural territorial space security in Lintao County

安全等级	乡村数量占比/%			
	乡村国土空间安全	农业生产空间安全	农民生活空间安全	乡村生态空间安全
高安全	13.88	10.49	20.68	13.27
较高安全	23.76	19.14	40.74	26.54
中等安全	32.09	34.25	12.04	34.88
较低安全	22.46	26.46	19.13	19.08
低安全	7.81	9.66	7.41	6.23

出高，农业丰产稳产保证率高；而分布于东部与北部因破碎坡旱地使得乡村农业生产受限多，农业亩产低而安全水平低。

(3) 临洮县农民生活空间以较高安全水平为主，空间分布较为均衡。

根据评价结果与安全评价分级标准(图3c)，临洮县农民生活空间安全水平中高安全、较高安全与中等安全的乡村数量占比73.46%，而较低安全与低安全的乡村数量占比26.54%，占比相对较少(表4)。从空间分布看，中等及以上安全水平的乡村在全域空间分布较为均衡，除上营乡与红旗乡北部各村外，河谷川区与丘陵山地之间的生活安全水平差异不显著，反映了随着临洮县社会经济的稳步发展与乡村脱贫攻坚精准策略的实施，县域乡村生活安全水平得到了整体提升；其次，乡镇中心及其周边乡村的生活安全水平普遍较高，体现了交通便捷、公共服务设施与公用设施较好的乡镇中心对周边乡村生活安全的积极带动作用。

(4) 临洮县乡村生态空间以中等安全水平为主，空间上自南向北递减趋势明显。

根据评价结果与安全评价分级标准(图3d)，临洮县乡村生态空间安全水平整体处于中等安全水平，其中高安全、较高安全与中等安全的乡村数量占比74.69%，而较低安全与低安全的乡村占比仅为25.31%(表4)。在空间分布上呈现南高北低的基本态势，只因南部有南屏山等众多林场，植被覆盖率高，且有大面积保护良好的洮河湿地，而北部较南部降水减少，植被覆盖率也逐步降低，生态空间安全水平亦逐步降低。

3.2 临洮县乡村国土空间安全的空间相关分析

本文借助ArcGIS 10.2的空间统计工具进一步分析了临洮县乡村国土空间安全水平的全局空间关联关系和局部空间关联关系。结果显示，临洮县乡村国土空间安全的全局Moran’s I指数=0.7543>0，Z-Score=27.4243>1.96，P-Score=0.0000<0.05，通过显著检验表明临洮县乡村国土空间安全水平的空间分布存在较强的空间自相关。通过局部自相关Moran’s I指数将其空间分布分为高-高(H-H)、高-低(H-L)、低-高(L-H)、低-低(L-L)及无明显聚类(N-S)5种类型。具体如下：

(1) 从临洮县乡村国土空间安全水平的总体来看，局部空间自相关的显著区域包括H-H、L-L与L-H 3种类型(图4a)。H-H型共计60个行政村单元，占样本总数的18.52%，主要集中分布在洮河河谷地带，形成由南屏镇-衙下集镇-玉井镇-洮阳镇-八里铺镇-辛添镇-新店镇沿线的高安全水平的乡村集聚区；L-L型共计30个行政村单元，占样本总数的9.26%，形成以上营乡、漫洼乡、龙门乡及康家集乡为主的团块状低安全水平集聚区；L-H型仅白塔村和雨洒村2个行政村单元，呈散点状分布。

(2) 从临洮县乡村国土空间安全水平的3个维度看，农业生产空间安全水平与乡村生态空间安全水平的局部空间自相关的显著区域可分为H-H、L-L与L-H 3种类型(图4b、d)，其中H-H型分别为60个行政村单元与59个行政村单元，呈条带状集中分布在河谷川区地带，空间关联特征极为显著；L-L型分别为28个行政村单元与31个行政村单元，前者在红旗乡、中铺镇、八里铺镇及洮阳镇范围内呈团块状分布，而后者在东南部连儿湾乡、漫洼乡和康家集乡呈团块状分布，少数呈散点状分布在县域北部，体现一定的空间关联性；对于L-H型，两大类空间仅3个行政村单元，呈小规模散点状分布，空间关联性意义不大。就农民生活空间安全的显著区域看，仅有L-H与L-L 2种类型(图4c)，但L-H型乡村数量较少，呈小规模散点状分布，空间关联性不强；L-L型有27个行政村单元，呈片状集中分布在上营

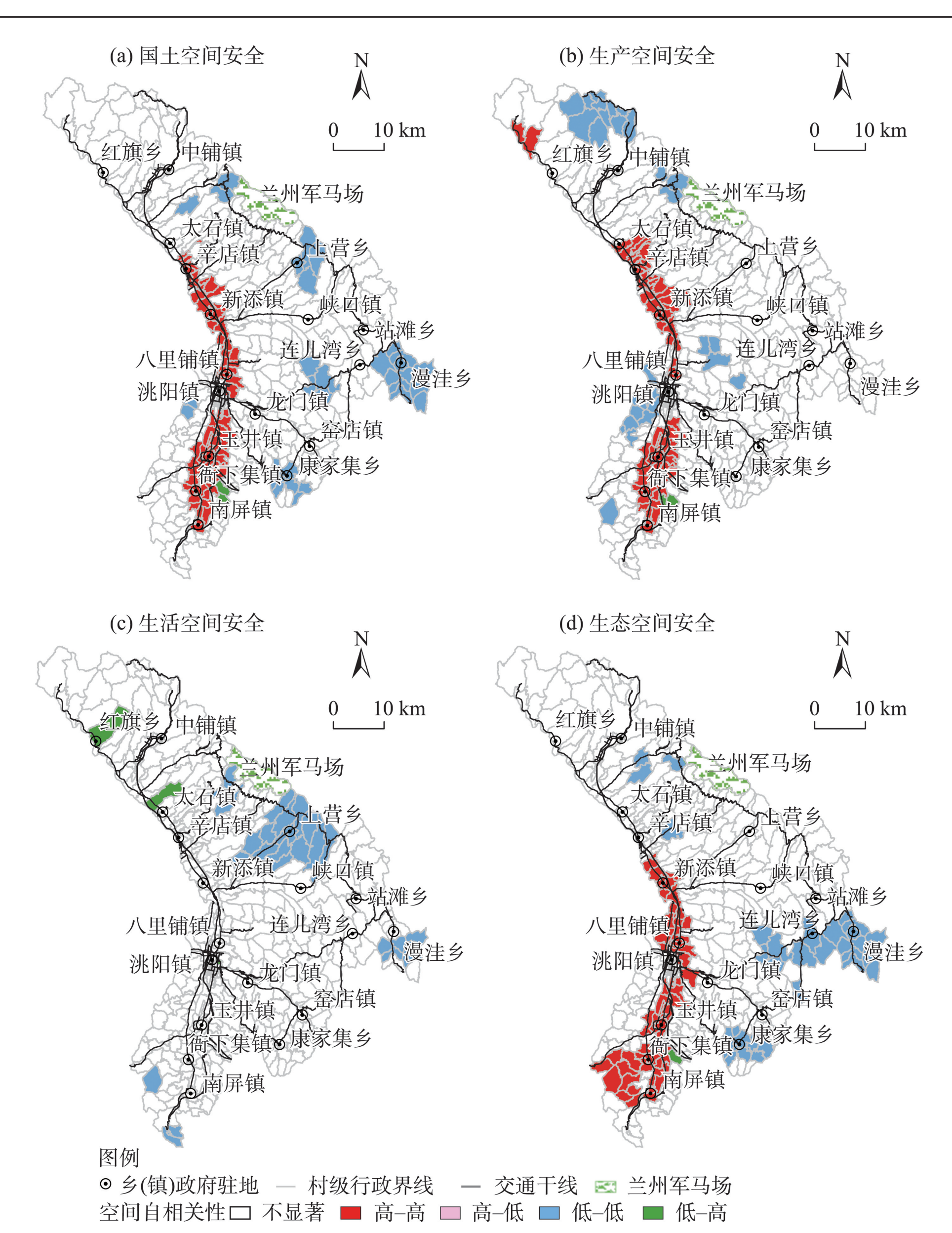


图4 临洮县乡村国土空间安全局部自相关分析

Fig. 4 Local autocorrelation analysis of rural territorial space security in Lintao County

乡和漫洼乡，空间关联性较明显。

3.3 临洮县乡村国土空间安全影响因素

3.3.1 影响因素选择 对三生空间、国土空间及国土安全的影响因子研究通常选取诸如海拔、坡度、地形起伏度、降水、土地利用强度、人口密度、城乡居民收入、农业总产值、建设用地以及政府导向等自然因素与社会经济因素[23]。本研究在借鉴相关研究的基础上[24]，又结合研究区的区域地理环境特点，从自然地理因素、社会经济因素与交通区位因素三方面进行筛选，最终确定了海拔($X1$)、坡度($X2$)、地形起伏度($X3$)、降水($X4$)与景观破碎度($X5$)为主要的自然地理因素；乡村工业规模($X6$)、农民家庭收入($X7$)、农业总产值($X8$)、政府财政投入($X9$)、人口密度($X10$)与土地利用强度($X11$)为社会经济因素；乡村道路密度($X12$)与各村质心到中心乡镇最短时间距离成本($X13$)表征交通区位因素，影响因素的指标体系见表5。

3.3.2 影响因素分析

(1) 单因子探测结果表明自然地理因素>社会经济因素>交通区位因素，主要表现为：

自然地理因素方面，临洮县乡村国土空间安全整体受地形地势影响程度较深，其中海拔(0.321)、

坡度(0.557)、地形起伏度(0.514)等因子的解释力强度最大。坡度与地形起伏度对国土空间安全的影响较海拔对国土空间安全的影响有较大趋同性，国土空间安全高值村落分布格局基本一致；这表明自然地理环境是深刻影响着乡村国土空间安全的基础性因素。社会经济因素方面，人口密度(0.509)和政府财政投入(0.336)的解释力较大，人口密度在洮河河谷地带最大，表明良好自然地理环境适宜人类生产生活，也因此成为集聚承载人口较大的城镇聚落的主要分布区，反映了人是影响乡村国土空间安全的重要因子。交通区位因素方面，中心城镇可达性(0.305)的解释力强度较为显著，表明乡村与镇的空间关系与交通区位对乡村有重要影响，距离越近交通越方便，提升其空间安全水平的影响越大。

(2) 交互探测结果表明各因子交互作用以双因子增强为主，其交互作用明显大于单因子作用力(表6)。

首先，海拔、坡度、地形起伏度等因子间的交互作用值显著提高，自然地理环境因子内部交互作用最为突出，表明地形和降水作为自然地理环境基本因素对乡村国土空间安全起着基础性先导作用，两者之间存在密切的耦合关系；其次，坡度、地形起伏度与人口密度、政府财政投入等因子间的交互作用值也较高，自然地理环境因素与社会经济因素之间的交互作用较为显著，表明自然地理环境因素与社会经济发展因素间的交互联系对乡村国土空间安全具有明显影响，即以政府投入为代表的经济发展

表5 影响因子对临洮县乡村国土空间安全的解释力

Tab. 5 Explanatory power of influencing factors on rural territorial space security in Lintao County

探测指标	解释力(q)	探测指标	解释力(q)
海拔($X1$)	0.321***	农业总产值($X8$)	0.136
坡度($X2$)	0.557***	政府财政投入($X9$)	0.336***
地形起伏度($X3$)	0.514***	人口密度($X10$)	0.509***
降水($X4$)	0.129***	土地利用强度($X11$)	0.142***
景观破碎度($X5$)	0.207***	乡村道路密度($X12$)	0.031
乡村工业规模($X6$)	0.043	各村质心到中心乡镇最短时间距离成本(X13)	0.305***
农民家庭收入($X7$)	0.301***		

注：***、**和*分别代表q在0.01、0.05和0.1的水平上显著。

表6 临洮县乡村国土空间安全评价指标交互作用探测

Tab. 6 Interaction detection of rural territorial space security evaluation indices in Lintao County

交互因子	作用值	交互因子	作用值	交互因子	作用值
$X1∩X2$	0.59	$X2∩X11$	0.57	$X4∩X10$	0.55
$X1∩X3$	0.57	$X2∩X12$	0.58	$X5∩X9$	0.47
$X1∩X5$	0.49	$X2∩X13$	0.57	$X5∩X10$	0.61
$X1∩X9$	0.45	$X3∩X4$	0.63	$X5∩X13$	0.47
$X1∩X10$	0.57	$X3∩X5$	0.62	$X6∩X10$	0.52
$X1∩X13$	0.47	$X3∩X6$	0.56	$X7∩X9$	0.46
$X2∩X3$	0.53	$X3∩X7$	0.57	$X7∩X10$	0.56
$X2∩X4$	0.63	$X3∩X8$	0.58	$X8∩X10$	0.58
$X2∩X5$	0.62	$X3∩X9$	0.66	$X9∩X10$	0.60
$X2∩X6$	0.55	$X3∩X10$	0.64	$X9∩X11$	0.49
$X2∩X7$	0.60	$X3∩X11$	0.59	$X9∩X13$	0.47
$X2∩X8$	0.53	$X3∩X12$	0.56	$X10∩X11$	0.55
$X2∩X9$	0.67	$X3∩X13$	0.57	$X10∩X12$	0.57
$X2∩X10$	0.62	$X4∩X9$	0.47	$X10∩X13$	0.62

注：因篇幅有限，仅列举作用值较高的交互因子。

水平和以人口密度为代表的社会发展水平是影响国土空间安全的重要因素。

4 讨论

本文选取3个维度指标，构建黄土丘陵区乡村国土空间安全评价指标体系，并创新提出了将人作为安全主体的评价思路，明晰了黄土丘陵区乡村国土空间安全现状及问题，阐明了影响乡村国土空间的各类因素，实证结果表明，此评价思路适用于乡村国土空间安全的评价。

对比已有研究，洪惠坤等[25]、何焱洲等[26]均对乡村空间功能评价的指标体系构建进行了研究，相同之处在于本文借鉴了已有研究的指标体系，对黄土丘陵区的乡村国土空间进行了安全评价，并分析其影响因素。差异在于本文通过讨论将人作为安全主体进行评价，明确了评价主体与客体的关系，并基于已有研究结果对乡村国土空间安全评价思路进行了创新，使其更具理论意义。

同时，本文也存在不足之处：一是由于目前众多学者对国土空间安全的认识有所不同，因而本文对国土空间安全的认知存在一定的局限性，在今后的研究中将对此进行补充完善；二是由于数据获取原因，所选的部分指标无法较为直接地反映研究区特征，后续应对此进行补充，以完善研究结果。

5 结论

本文通过对临洮县18个乡镇323个行政村的乡村国土空间安全评价及其影响因素分析，得到如下结论：

（1）临洮县乡村国土空间安全整体处于中等水平，存在不同维度由河谷川区向丘陵山地变化的分异特征。其中，乡村生活空间安全水平整体高于生产空间安全水平与生态空间安全水平，生产空间与生态空间的安全水平空间差异较大；高安全水平的乡村主要分布在地势较平缓、交通便利、人口密集的洮河川区灌溉农业区，而低等安全水平的乡村主要分布在县域北部与东部丘陵山地的旱作农业区。

（2）临洮县乡村国土空间安全整体上有较强的空间自相关，局部空间分布以H-H、L-H、L-L这3种类型为主。县域内乡村间的空间关联度以正相关类型为主，集聚分布特征明显，形成河谷川区带状乡村空间安全地带，并以此带向海拔升高的山区推进则其安全水平降低；负相关类型乡村单元较少且分布较分散，空间异质特征较弱。

（3）以海拔、坡度、地表起伏度为代表的自然地理环境是影响临洮县乡村国土空间安全水平的核心主导因素，且相互间交互作用影响更为显著，反映了黄土丘陵区自然地理环境对乡村空间安全的基础性作用，在此基础上的人口规模、政府投入和居民经济实力等社会经济因素成为主导其安全的关键因素。同时，自然地理环境因素与社会经济发展因素间的交互作用影响更为显著。

参考文献（References）

[1] 李繁荣. 中国乡村振兴与乡村功能优化转型[J]. 地理科学, 2021, 41(12): 2158−2167. [Li Fanrong. Rural revitalization and rural functional optimization and transformation in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(12): 2158−2167.]

[2] 李瑾, 文琦, 杨骁. 基于资源环境承载力的干旱区乡村振兴路径研究——以宁夏为例[J]. 干旱区地理, 2022, 45(1): 287−297. [Li Jin, Wen Qi, Yang Xiao. Rural revitalization path based on the resources and environment carrying capacity in arid area: A case of Ningxia Hui Autonomous Region[J]. Arid Land Geography, 2022, 45(1): 287−297.]

[3] 吴文盛, 朱军, 郝志军. 耕地资源的安全评价与预警[J]. 地域研究与开发, 2003, 22(5): 46−49. [Wu Wensheng, Zhu Jun, Hao Zhijun. An evaluation and prediction on the safety of cultivated land resources[J]. Regional Research and Development, 2003, 22(5): 46−49.]

[4] Prasood S P, Mukesh M V, Rani V R, et al. Urbanization and its effects on water resources: Scenario of a tropical river basin in south India[J]. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 2021, 23: 100556, doi: 10.1016/j.rsase.2021.100556.

[5] 孙九林. 土地资源安全战略: 认知、目标、研究方向与关键技术[J]. 中国发展, 2019, 19(4): 71−75. [Sun Jiulin. Introduction for land resource security strategy: Recognition, target, research direction and key technology[J]. China Development, 2019, 19(4): 71−75.]

[6] Ghosh S, Das C N, Dinda S. Urban ecological security assessment and forecasting using integrated DEMATEL-ANP and CA-Markov models: A case study on Kolkata Metropolitan Area, India[J]. Sustainable Cities and Society, 2021, 68: 102773, doi: 10.1016/j.scs.2021.102773.

[7] 李红, 智硕楠. 新常态下中国能源安全动态研究——基于灰色关联TOPSIS模型[J]. 生态经济, 2020, 36(8): 57−62, 87. [Li Hong, Zhi Shuonan. Dynamic study on China's energy security under the new normal: Based on gray correlation TOPSIS model[J]. Ecological Economy, 2020, 36(8): 57−62, 87.]

[8] 李方正, 胡楠, 李雄, 等. 海绵城市建设背景下的城市绿地系统规划响应研究[J]. 城市发展研究, 2016, 23(7): 39-45. [Li Fangzheng, Hu Nan, Li Xiong, et al. Research on response of urban green space system planing under the background of sponge city construction[J]. Urban Development Studies, 2016, 23(7): 39-45.]

[9] 周霞, 毕添宇, 丁锐, 等. 雄安新区韧性社区建设策略——基于复杂适应系统理论的研究[J]. 城市发展研究, 2019, 26(3): 108-115. [Zhou Xia, Bi Tianyu, Ding Rui, et al. The construction strategy of resilient communities in Xiong'an new area: Based on the theory of complex adaptive systerm[J]. Urban Development Studies, 2019, 26(3): 108-115.]

[10] 谭纵波. 从公共卫生到国土空间规划——规划的原点与问题意识[J]. 城市发展研究, 2020, 27(3): 10-11. [Tan Zongbo. From public health to territorial and spatial planning: The origin and problem awareness of planning[J]. Urban Development Studies, 2020, 27(3): 10-11.]

[11] 周侃, 刘宝印, 樊杰. 汶川Ms 8.0地震极重灾区的经济韧性测度及恢复效率[J]. 地理学报, 2019, 74(10): 2078-2091. [Zhou Kan, Liu Baoyin, Fan Jie. Economic resilience and recovery efficiency in the severely affected of Ms 8.0 Wenchuan earthquake[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(10): 2078-2091.]

[12] 程钰, 任建兰, 侯纯光, 等. 沿海生态地区空间均衡内涵界定与状态评估——以黄河三角洲高效生态经济区为例[J]. 地理科学, 2017, 37(1): 83-91. [Cheng Yu, Ren Jianlan, Hou Chunguang, et al. Meaning of space balance and assessing the state of the coastal ecological regions: A case of the Yellow River delta efficient ecological economic zone[J]. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(1): 83-91.]

[13] 席广亮, 甄峰, 钱欣彤. 流动性视角下的国土空间安全及规划应对策略[J] . 自然资源学报, 2022, 37(8): 1935-1945. [Xi Guangliang, Zhen Feng, Qian Xintong. Territory spatial security and planning strategies from the perspective of mobility[J]. Journal of Natural Resources, 2022, 37(8): 1935-1945.]

[14] 冯广京, 王睿, 谢莹. 国家治理视域下国土空间概念内涵[J]. 中国土地科学, 2021, 35(5): 8-16. [Feng Guangjing, Wang Rui, Xie Ying. The connotation of territorial space from the perspective of national governance[J]. China Land Science, 2021, 35(5): 8-16.]

[15] 江曼琦, 刘勇. "三生"空间内涵与空间范围的辨析[J]. 城市发展研究, 2020, 27(4): 43-48, 61. [Jiang Manqi, Liu Yong. Discussion on the concept definition and spatial bounddary classification of "production-living-ecological" space[J]. Urban Development Studies, 2020, 27(4): 43-48, 61.]

[16] 刘继来, 刘彦随, 李裕瑞. 中国"三生空间"分类评价与时空格局分析[J]. 地理学报, 2017, 72(7): 1290-1304. [Liu Jilai, Liu Yansui, Li Yurui. Classification evaluation and spatial-temporal analysis of "production-living-ecological" spaces in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(7): 1290-1304.]

[17] 陈佑淋, 余珮珩, 白少云, 等. 面向SDGs的村镇可持续发展质量评估——以杞麓湖流域为例[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(6): 152-162. [Chen Youlin, Yu Peiheng, Bai Shaoyun, et al. Evaluation on development quality of town and villages considering 2030 sustainable development goals: A case of Qilu Lake watershed[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2020, 41(6): 152-162.]

[18] 纪学朋, 黄贤金, 陈逸, 等. 基于陆海统筹视角的国土空间开发建设适宜性评价——以辽宁省为例[J] . 自然资源学报, 2019, 34(3): 451-463. [Ji Xuepeng, Huang Xianjin, Chen Yi, et al. Comprehensive suitability evaluation of spatial development and construction land in the perspective of land-ocean co-ordination: A case study of Liaoning Province, China[J]. Journal of Natural Resources, 2019, 34(3): 451-463.]

[19] 于婷婷, 蒋存妍, 冷红, 等. 面向乡村地区国土空间治理的乡村脆弱性评价——理论思考、实证研究与应用展望[J] . 城市规划, 2022, 46(3): 45-53, 73. [Yu Tingting, Jiang Cunyan, Leng Hong, et al. Rural vulnerability assessment for territorial governance in rural areas: Theoretical consideration, empirical study, and application prospect[J]. Journal of Urban Planning, 2022, 46(3): 45-53, 73.]

[20] 范胜龙, 黄炎和, 林金石, 等. 农用地级别划分的常用方法比较[J]. 中国土地科学, 2010, 24(12): 38-44. [Fan Shenglong, Huang Yanhe, Lin Jinshi, et al. Comparison on the popular methods of agricultural land gradation[J]. China Land Science, 2010, 24(12): 38-44.]

[21] 马彩虹, 安斯文, 文琦, 等. 基于土地利用转移流的国土空间格局演变及其驱动机制研究——以宁夏原州区为例[J]. 干旱区地理, 2022, 45(3): 925-934. [Ma Caihong, An Siwen, Wen Qi, et al. Spatial pattern evolution and its driving mechanism based on land use transfer flow: A case study in Yuanzhou District in Ningxia[J]. Arid Land Geography, 2022, 45(3): 925-934.]

[22] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J] .地理学报, 2017, 72(1): 116-134. [Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(1): 116-134.]

[23] 赵育恒, 曾晨. 武汉城市圈生态服务价值时空演变分析及影响因素[J]. 生态学报, 2019, 39(4): 1426-1440. [Zhao Yuheng, Zeng Chen. Analysis of spatial-temporal evolution and factors that influences ecological service values in Wuhan urban agglomeration[J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(4): 1426-1440.]

[24] 宋永永, 薛东前, 夏四友, 等. 近40 a黄河流域国土空间格局变化特征与形成机理[J]. 地理研究, 2021, 40(5): 1445-1463. [Song Yongyong, Xue Dongqian, Xia Siyou, et al. Change characteristics and formation mechanism of the territorial spatial pattern in the Yellow River Basin form 1980 to 2018, China[J]. Geographical Research, 2021, 40(5): 1445-1463.]

[25] 洪惠坤, 谢德体, 郭莉滨, 等. 多功能视角下的山区乡村空间功能分异特征及类型划分[J]. 生态学报, 2017, 37(7): 2415-2427. [Hong Huikun, Xie Deti, Guo Libin, et al. Differentiation of spatial function in a mountainous rural area from a multifunctional perspective[J]. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(7): 2415-2427.]

[26] 何焱洲, 王成. 乡村生产空间系统功能评价与格局优化——以

重庆市巴南区为例[J]. 经济地理, 2019, 39(3): 162-171. [He Yanzhou, Wang Cheng. Function evaluation and pattern optimization of rural production space system: A case study of Banan district in Chongqing[J]. Economic Geography, 2019, 39(3): 162-171.]

Evaluation and influencing factors of rural territorial space security in loess hilly region: A case of Lintao County

LUO Zhanfu, ZHANG Rong, ZHAO Xueyan, LIANG Jingjing, WANG Jiaming

(College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 723070, Gansu, China)

Abstract: Rural territorial space security is not only an important part of the national security system but also the focus of territorial space planning and an important basis for realizing ecological civilization construction and rural revitalization. In addition to regional, comprehensive, and complex characteristics, rural space security has typical dynamic characteristics. Rural spaces in different periods have faced security challenges with different development goals. It is a novel exploration of the microgeographic scale to study territorial space security based on rural space. Therefore, this study takes the loess hilly region as the research area. Based on remote sensing data and statistical data, the rural territorial space security of 323 administrative villages in 18 townships in Lintao County of Dingxi City, Gansu Province, China, was quantitatively evaluated using the entropy method and spatial autocorrelation analysis method, and with the help of geographic detectors, factors affecting rural territorial space security were identified. In addition, due to the geographical particularity of the selected study area, this study fully considers the regionality and localization of the indicators in constructing the relevant evaluation index system, which makes the evaluation results more scientific. The results are as follows: (1) The overall rural territorial space security is at a moderate level in Lintao, with the level of living space security> production space security>ecological space security. Villages with a high safety level (69.73%) are primarily distributed in the irrigated agricultural areas of the Tao River Valley, whereas villages with a low safety level (30.27%) are primarily distributed in the dry farming areas in the northern and eastern hilly and mountainous areas of the county. (2) The rural territorial space security in Lintao County has obvious spatial autocorrelation. The local spatial distribution is dominated by three types: high-high (18.52%), low-high (0.62%), and low-low (9.26%). The spatial correlation between villages in the county is mainly positive correlation type and exhibits obvious agglomeration and distribution characteristics. The negative correlation types of village and town units are less distributed and more scattered, indicating their weaker spatial heterogeneity. (3) Topography, population size, government investment, and locational connections have a significant impact on the level of rural territorial space security, and the degree of impact on different townships varies. Based on these findings, subsequent research can focus on the long-term evolution process of rural territorial space security and its driving mechanism and pay attention to the understanding and change of rural territorial space security by different subjects (countries and villagers) in different periods. In the next step, attention should also be paid to the implementation and assessment system of rural territorial space security construction, and explore the establishment of a more rational and fair territorial space security evaluation system to more effectively promote the management practice of territorial space and provide services for the sustainable development of territorial space.

Key words: loess hilly area; rural territorial space security; production-living-ecological space; Lintao County